

PRIGOGINE EXPLICADO A LOS NIÑOS

El del Premio Nobel de Química, Ilya Prigogine, es uno de esos casos de prestigio y renombre en los ambientes académicos de cuyo pensamiento —dada la complejidad de sus teorías— son pocos los que pueden hablar con cierta propiedad. Lo que sigue es un intento de glosar algunas premisas básicas de sus teorías epistemológicas, con las que Prigogine discute a la física newtoniana y se plantea como uno de los referentes más serios para una ciencia posrelativista. "La obsesión por el agotamiento de las reservas y por la detención de los motores, la idea de una decadencia no reversible, traduce ciertamente una angustia propia del hombre moderno", dice Prigogine. El suyo, en definitiva, es un intento por desmontar el paradigma científico, esquemas no siempre eficaces como el de causa-efecto, y entender que no siempre el aparente caos de la biología es algo desdeñable.

LA METAMO
LA

Por Denise Najmanovich*

Ilya Prigogine no es un científico común. No sólo porque es uno de los pocos que han recibido el Premio Nobel, sino también porque se encuentra entre los poquísimos que han trascendido su área específica —la física— para dejar su huella en otras disciplinas como la filosofía de la ciencia, la psicología o la sociología.

Las teorías de Prigogine son parte de la búsqueda de un nuevo paradigma, de una nueva concepción de la ciencia y de las descripciones que ella hace de la naturaleza.

La ciencia clásica nos ha mostrado un Universo Mecánico Manipulable eficaz: el Universo reloj de la Modernidad. Esta *imagen mecanicista* creada por Descartes y adaptada por Newton y sus sucesores reemplazó a la *descripción aristotélica de un Universo vivo*, orgánico y creativo. Con el cambio ganamos muchas cosas, pero perdimos otras, al igual que cuando abandonamos la niñez para convertirnos en adultos.

Muchos científicos consideran que ha llegado el momento de hacer una *síntesis integradora*, de crear puentes entre las disciplinas que nos ayuden a componer una imagen más armónica de la naturaleza y del hombre como parte integrante de ella.

Los aportes de Prigogine en esta búsqueda son fundamentales, tanto en su trabajo específico, que abre las puertas de la ciencia al estudio de la complejidad,y de la flecha del tiempo (ver recuadro 2), como en su búsqueda de integración con otras disciplinas y su trabajo en pro de una *nueva alianza* y de un diálogo fecundo entre la ciencia y la filosofía.

Prigogine ha presentado un apasionante análisis de la evolución de la ciencia a partir de dos concepciones del universo físico en conflicto: la imagen estática y la imagen evolutiva. Pero sus trabajos no se limitan a la perspectiva histórica, ya que no es ni pretende ser un historiador: sino que muestra un camino alternativo surgido de sus investigaciones científicas y de su reflexión filosófica. "Estamos avanzando hacia nuevas síntesis, hacia un nuevo naturalismo, que combina la tradición occidental, con su énfasis en las formulaciones experimental y cuantitativa, con la tradición china dirigida hacia una imagen de mundo autoorganizándose espontáneamente", dice.

EL UNIVERSO DOMESTICADO

Para comprender el pensamiento de Prigogine hay que seguir el camino que él construyó junto con Isabelle Stengers en su libro *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Esta presentación histórica es imprescindible para delinear el marco conceptual y la importancia de los aportes de Prigogine y además para poder entender las enormes tensiones, batallas y revoluciones conceptuales implicadas en esta metamorfosis de nuestra imagen del Universo.

La concepción artistotélica dominó nuestra civilización entre los siglos XII y XVI y se derrumbó con gran estrépito mediante un traumático proceso que cambió radicalmente nuestra manera de concebir el mundo. Esta gran modificación conceptual se denominó Revolución Copernicana y marcó un hito en la historia del pensamiento occidental. Copérnico apenas dio un puntapié inicial a esta revolución; Galileo y Kepler la encauzaron y Descartes la encarriló dentro de una concepción mecanicista que recién llegaría a su madurez con Newton.

Antes de la gran transformación que da surgimiento a la ciencia moderna, el Universo era concebido como un todo orgánico, cuya característica fundamental era la interdependencia de los fenómenos materiales y espirituales. En el Universo aristotélico el hombre formaba parte de la naturaleza armónicamente y en plano de igualdad con las otras criaturas. La tarea de los filósofos (no había división entre ciencia y filosofía) era tratar de comprender el significado y la importancia de las cosas. No predecirlas. Mucho menos controlarlas.

La ciencia moderna, en cambio, pensó un Universo donde el hombre: "...Debe por fin despertarse de su sueño milenario; y haciendo esto, despertarse en su completa soledad, en su aislamiento fundamental. Pero ¿se da cuenta de que, como un gitano, vive en la frontera de un mundo extraño? Un mundo sordo a su música, tan indiferente a sus esperanzas como lo es a su sufrimiento", según lo describió, de manera trágica y bella Jacques Monod en el *El azar y la necesidad*. En adelante el hombre será considerado un observador separado en un Universo que le es ajeno donde, según las normativas de Francis Bacon, el científico debía "torturar a la naturaleza hasta arrancarle sus secretos" porque "saber es poder".

Sobre este proceso, Prigogine y Stengers dicen en *La Nueva Alianza*: "El sorprendente éxito de la ciencia moderna llevó, por lo tanto, a una transformación irreversible de nuestra relación con la naturaleza". ..."Reveló al hombre una naturaleza muerta y una pasiva, una naturaleza que se comporta como un autómata, que una vez programada funciona eternamente siguiendo las reglas escritas en su programa".



DIOSES O DEMONIOS

Luego de las revoluciones, aun de las conceptuales, siempre es necesario un nuevo período de estabilidad. Como se sabe, la tempestad no puede durar eternamente. Es así que en el siglo XVIII sobrevino la calma; la ciencia moderna se transformó en la productora de la cosmovisión dominante; la concepción aristotélica fue relegada a los monasterios o al olvido y el paradigma newtoniano iluminó la nueva aurora de la Modernidad (ver recuadro).

El Universo mecanicista no se estableció en un día pero en los comienzos del siglo XIX, tanto en Inglaterra como en el continente europeo brillaba con su máxima intensidad. Tal es así que cuando en 1805 Pierre Simón de Laplace le presentó a Napoleón; su obra *Mecánica Celeste* —que completaba la obra de Newton en algunos de sus aspectos más importantes— fue interpelado por el emperador, quien le dijo:

—Me dicen, M. Laplace, que a lo largo de este voluminoso libro sobre el sistema del Universo no mencionáis una sola vez al Creador.

A lo que Laplace respondió:

—No he necesitado de esa hipótesis.

El mecanicismo laplaciano expulsó a Dios definitivamente de la explicación científica considerándolo una hipótesis prescindible. El Universo laplaciano es un mecanismo de relojería eterno e increado.

Es así que en el curso de los siglos XV, XVI y XVII se produce una transformación radical en el campo conceptual; de la concepción de un Universo poético y espiritual, armónico y pletórico de sentido; bello de contemplar y posible de comprender, se pasó a pensar que habitamos en un mundo mecánico, inodoro, incoloro e insípido pero manipulable eficazmente gracias al poder que da la nueva ciencia.

En la Modernidad se rompió la vieja alianza entre el conocimiento científico y el filosófico, entre el alma y el cuerpo, entre el arte y la ciencia. La cultura humanística se reserva para sí la literatura, la pintura, la filosofía; el sufrimiento pero también el goce; todos separados del que en adelante se denominará conocimiento objetivo del Universo. Se establece así la separación del Sujeto, en adelante observador imparcial; y el Objeto, realidad independiente del observador. La expresión de esta dicotomía en el campo del conocimiento es la separación entre la *cultura científica objetivista* (que se ocupa de la materia y sus leyes) y la *cultura humanista subjetivista* (que se ocupa del alma y sus expresiones). Prigogine señaló el peligro que entraña este divorcio entre las dos culturas: "Se encuentra así acentuada una tendencia al enclaustramiento general que, en particular, corta a la filosofía de una de sus fuentes tradicionales de reflexión, y a la ciencia de los medios de reflexionar sobre práctica".

La ciencia moderna ha dado grandes cosas a la humanidad, desde los automóviles a las naves espaciales, los antibióticos y los plásticos, pero nos ha separado, escindido en dos culturas que no se yuxtaponen ni intercambian entre sí. No sólo Dios ha sido expulsado del Universo newtoniano sino también la ética y la estética, la metafísica y el alma han quedado fuera de este universo geométrico, regido por leyes matemáticas ajenas al dolor y al deseo.

En el universo científico clásico el destino está fijado por leyes mecánicas; el azar no ha lugar. Todo acontecimiento está determinado y el mundo se rige por una dinámica de causa-efecto.

EL UNIVERSO DESBOCADO

El siglo XX cambió radicalmente su forma de ver el mundo, las concepciones estáticas fueron cediendo el paso a las evolutivas. La imagen del Universo sufrió otra gran transformación en el transcurso del siglo XIX y del nuestro, la teoría de la evolución darwiniana se impuso en biología y se está imponiendo en cosmología una concepción evolucionista que nos habla de un universo en expansión, y en muchas otras áreas del conocimiento científico el enfoque evolutivo es considerado fundamental.

El trabajo científico que desarrolló Prigogine y que le valió el Premio Nobel de Química en 1977 se inscribe en el área de investigación fisicoquímica conocida como termodinámica (teoría del calor, sus flujos y transformaciones), y ha sido un aporte fundamental para esta nueva concepción evolutiva de la naturaleza.

Para comprender los aportes de la termodinámica a esta nueva imagen del Universo, nuevamente utilizaremos un enfoque histórico, siguiendo los pasos de Prigogine y Stengers.

El primer gran paso de la termodinámica, nueva ciencia que se estableció en el siglo XIX, lo dio Joule cuando postuló el principio de conservación de la energía: La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. Pero no sólo éxitos cosechó la nueva disciplina, también hubo muchas sorpresas y se les plantearon nuevos problemas a los investigadores; pues, aunque Sadi Carnot en 1824 consiguió reducir el estudio de las máquinas térmicas al modelo de las máquinas clásicas, lo hizo trabajando desde el único punto de vista del rendimiento ideal, pero había descuidado el hecho de que lo que estas máquinas consumen desaparece sin retorno. Ninguna máquina térmica restituirá al mundo el carbón que ha utilizado.

¿Qué máquina tendrá el rendimiento ideal? Nuestra experiencia nos dice que ninguna, en un tiempo mayor o menor todas se detienen, ya sea por falta de combustible, por fallas mecánicas, desgaste o rotura.

"La obsesión por el agotamiento de las reservas y por la detención de los motores, la idea de una decadencia no reversible, traduce ciertamente esta angustia propia del hombre moderno", explica Prigogine en *La Nueva Alianza*

Angustia debido a que el segundo principio de la termodinámica ha estallado como una bomba en el mundo de la ciencia; *separando lo ideal reversible de lo real irreversible*, ya que una parte de la energía se disipa como calor y no podemos recuperarla.

Este segundo principio puede enunciarse de distintas maneras, la más sencilla es la que nos dice que "es imposible una máquina con movimiento perpetuo" debido a que, por ingenioso que sea el diseño de su motor, no toda la energía se puede convertir en trabajo mecánico. La termodinámica dejó bien en claro a los ingenieros el porqué en cada ciclo parte de la energía se convierte (no se pierde) en una forma imposible de utilizar. En el caso de un motor, por ejemplo, nunca volverá exactamente a su estado inicial, aunque el pistón vuelva a su posición original; el sistema se encuentra en un estado termodinámico diferente, ya que sólo un porcentaje de la energía química de la nafta se convierte en trabajo útil, el resto se pierde como calor, vibraciones mecánicas, energía contenida en los gases de escape.

Carnot desarrolló el segundo principio en base a su análisis de los motores térmicos, pero Clausius en la década de 1860 a 1870 se dio cuenta de que esta dificultad cada vez

LA METAMORFOSIS DE LA CIENCIA

*Por Denise Najmanovich**

Ilya Prigogine no es un científico común. No sólo porque es uno de los pocos que han recibido el Premio Nobel, sino también porque se encuentra entre los poquísimos que han trascendido su área específica —la física— para dejar su huella en otras disciplinas como la filosofía de la ciencia, la psicología o la sociología.

Las teorías de Prigogine son parte de la búsqueda de un nuevo paradigma, de una nueva concepción de la ciencia y de las descripciones que ella hace de la naturaleza.

La ciencia clásica nos ha mostrado un Universo Mecánico Manipulable eficaz: el Universo reloj de la Modernidad. Esta *imagen mecanicista* creada por Descartes y adaptada por Newton y sus sucesores reemplazó a la *descripción aristotélica de un Universo vivo*, orgánico y creativo. Con el cambio ganamos muchas cosas, pero perdimos otras, al igual que cuando abandonamos la niñez para convertirnos en adultos.

Muchos científicos consideran que ha llegado el momento de hacer una *síntesis integradora*, de crear puentes entre las disciplinas que nos ayuden a componer una imagen más armónica de la naturaleza y del hombre como parte integrante de ella.

Los aportes de Prigogine en esta búsqueda son fundamentales, tanto en su trabajo específico, que abre las puertas de la ciencia al estudio de la complejidad,y de la flecha del tiempo (ver recuadro 2), como en su búsqueda de integración con otras disciplinas y su trabajo en pro de una *nueva alianza* y de un diálogo fecundo entre la ciencia y la filosofía.

Prigogine ha presentado un apasionante análisis de la evolución de la ciencia a partir de dos concepciones del universo físico en conflicto: la imagen estática y la imagen evolutiva. Pero sus trabajos no se limitan a la perspectiva histórica, ya que no es ni pretende ser un historiador: sino que muestra un camino alternativo surgido de sus investigaciones científicas y de su reflexión filosófica. ''Estamos avanzando hacia nuevas síntesis, hacia un nuevo naturalismo, que combina la tradición occidental, con su énfasis en las formulaciones experimental y cuantitativa, con la tradición china dirigida hacia una imagen de mundo autoorganizándose espontáneamente'', dice.

EL UNIVERSO DOMESTICADO

Para comprender el pensamiento de Prigogine hay que seguir el camino que él construyó junto con Isabelle Stengers en su libro *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Esta presentación histórica es imprescindible para delinear el marco conceptual y la importancia de los aportes de Prigogine y además para poder entender las enormes tensiones, batallas y revoluciones conceptuales implicadas en esta metamorfosis de nuestra imagen del Universo.

La concepción artistotélica dominó nuestra civilización entre los siglos XII y XVI y se derrumbó con gran estrépito mediante un traumático proceso que cambió radicalmente nuestra manera de concebir el mundo. Esta gran modificación conceptual se denominó Revolución Copernicana y marcó un hito en la historia del pensamiento occidental. Copérnico apenas dio un puntapié inicial a esta revolución; Galileo y Kepler la encauzaron y Descartes la encarriló dentro de una concepción mecanicista que recién llegaría a su madurez con Newton.

Antes de la gran transformación que da surgimiento a la ciencia moderna, el Universo era concebido como un todo orgánico, cuya característica fundamental era la interdependencia de los fenómenos materiales y espirituales. En el Universo aristotélico el hombre formaba parte de la naturaleza armónicamente y en plano de igualdad con las otras criaturas. La tarea de los filósofos (no había división entre ciencia y filosofía) era tratar de comprender el significado y la importancia de las cosas. No predecirlas. Mucho menos controlarlas.

La ciencia moderna, en cambio, pensó un Universo donde el hombre: ''...Debe por fin despertarse de su sueño milenario; y haciendo esto, despertarse en su completa soledad, en su aislamiento fundamental. Pero ¿se da cuenta de que, como un gitano, vive en la frontera de un mundo extraño? Un mundo sordo a su música, tan indiferente a sus esperanzas como lo es a su sufrimiento'', según lo describió, de manera trágica y bella Jacques Monod en el *El azar y la necesidad*. En adelante el hombre será considerado un observador separado en un Universo que le es ajeno donde, según las normativas de Francis Bacon, el científico debía ''torturar a la naturaleza hasta arrancarle sus secretos'' porque ''saber es poder''.

Sobre este proceso, Prigogine y Stengers dicen en *La Nueva Alianza*: ''El sorprendente éxito de la ciencia moderna llevó, por lo tanto, a una transformación irreversible de nuestra relación con la naturaleza''. ...''Reveló al hombre una naturaleza muerta y una pasiva, una naturaleza que se comporta como un autómata, que una vez programada funciona eternamente siguiendo las reglas escritas en su programa''.

DIOSES O DEMONIOS

Luego de las revoluciones, aun de las conceptuales, siempre es necesario un nuevo período de estabilidad. Como se sabe, la tempestad no puede durar eternamente. Es así que en el siglo XVIII sobrevino la calma; la ciencia moderna se transformó en la productora de la cosmovisión dominante; la concepción aristotélica fue relegada a los monasterios o al olvido y el paradigma newtoniano iluminó la nueva aurora de la Modernidad (ver recuadro).

El Universo mecanicista no se estableció en un día pero en los comienzos del siglo XIX, tanto en Inglaterra como en el continente europeo brillaba con su máxima intensidad. Tal es así que cuando en 1805 Pierre Simón de Laplace le presentó a Napoleón; su obra *Mecánica Celeste* —que completaba la obra de Newton en algunos de sus aspectos más importantes— fue interpelado por el emperador, quien le dijo:

—Me dicen, M. Laplace, que a lo largo de este voluminoso libro sobre el sistema del Universo no mencionáis una sola vez al Creador.

A lo que Laplace respondió:

—No he necesitado de esa hipótesis.

El mecanicismo laplaciano expulsó a Dios definitivamente de la explicación científica considerándolo una hipótesis prescindible. El Universo laplaciano es un mecanismo de relojería eterno e increado.

Es así que en el curso de los siglos XV, XVI y XVII se produce una transformación radical en el campo conceptual; de la concepción de un Universo poético y espiritual, armónico y pletórico de sentido; bello de contemplar y posible de comprender, se pasó a pensar que habitamos en un mundo mecánico, inodoro, incoloro e insípido pero manipulable eficazmente gracias al poder que da la nueva ciencia.

En la Modernidad se rompió la vieja alianza entre el conocimiento científico y el filosófico, entre el alma y el cuerpo, entre el arte y la ciencia. La cultura humanística se reserva para sí la literatura, la pintura, la filosofía; el sufrimiento pero también el goce; todos separados del que en adelante se denominará conocimiento objetivo del Universo. Se establece así la separación del Sujeto, en adelante observador imparcial; y el Objeto, realidad independiente del observador. La expresión de esta dicotomía en el campo del conocimiento es la separación entre la *cultura científica objetivista* (que se ocupa de la materia y sus leyes) y la *cultura humanista subjetivista* (que se ocupa del alma y sus expresiones). Prigogine señaló el peligro que entraña este divorcio entre las dos culturas: ''Se encuentra así acentuada una tendencia al enclaustramiento general que, en particular, corta a la filosofía de una de sus fuentes tradicionales de reflexión, y a la ciencia de los medios de reflexionar sobre práctica''.

La ciencia moderna ha dado grandes cosas a la humanidad, desde los automóviles a las naves espaciales, los antibióticos y los plásticos, pero nos ha separado, escindido en dos culturas que no se yuxtaponen ni intercambian entre sí. No sólo Dios ha sido expulsado del Universo newtoniano sino también la ética y la estética, la metafísica y el alma han quedado fuera de este universo geométrico, regido por leyes matemáticas ajenas al dolor y al deseo.

En el universo científico clásico el destino está fijado por leyes mecánicas; el azar no ha lugar. Todo acontecimiento está determinado y el mundo se rige por una dinámica de causa-efecto.

EL UNIVERSO DESBOCADO

El siglo XX cambió radicalmente su forma de ver el mundo, las concepciones estáticas fueron cediendo el paso a las evolutivas. La imagen del Universo sufrió otra gran transformación en el transcurso del siglo XIX y del nuestro, la teoría de la evolución darwiniana se impuso en biología y se está imponiendo en cosmología una concepción evolucionista que nos habla de un universo en expansión, y en muchas otras áreas del conocimiento científico el enfoque evolutivo es considerado fundamental.

El trabajo científico que desarrolló Prigogine y que le valió el Premio Nobel de Química en 1977 se inscribe en el área de investigación fisicoquímica conocida como termodinámica (teoría del calor, sus flujos y transformaciones), y ha sido un aporte fundamental para esta nueva concepción evolutiva de la naturaleza.

Para comprender los aportes de la termodinámica a esta nueva imagen del Universo, nuevamente utilizaremos un enfoque histórico, siguiendo los pasos de Prigogine y Stengers.

El primer gran paso de la termodinámica, nueva ciencia que se estableció en el siglo XIX, lo dio Joule cuando postuló el principio de conservación de la energía: La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. Pero no sólo éxitos cosechó la nueva disciplina, también hubo muchas sorpresas y se les plantearon nuevos problemas a los investigadores; pues, aunque Sadi Carnot en 1824 consiguió reducir el estudio de las máquinas térmicas al modelo de las máquinas clásicas, lo hizo trabajando desde el único punto de vista del rendimiento ideal, pero había descuidado el hecho de que lo que estas máquinas consumen desaparece sin retorno. Ninguna máquina térmica restituirá al mundo el carbón que ha utilizado.

¿Qué máquina tendrá el rendimiento ideal? Nuestra experiencia nos dice que ninguna, en un tiempo mayor o menor todas se detienen, ya sea por falta de combustible, por fallas mecánicas, desgaste o rotura.

''La obsesión por el agotamiento de las reservas y por la detención de los motores, la idea de una decadencia no reversible, traduce ciertamente esta angustia propia del hombre moderno'', explica Prigogine en *La Nueva Alianza*

Angustia debido a que el segundo principio de la termodinámica ha estallado como una bomba en el mundo de la ciencia; *separando lo ideal reversible de lo real irreversible*, ya que una parte de la energía se disipa como calor y no podemos recuperarla.

Este segundo principio puede enunciarse de distintas maneras, la más sencilla es la que nos dice que ''es imposible una máquina con movimiento perpetuo'' debido a que, por ingenioso que sea el diseño de su motor, no toda la energía se puede convertir en trabajo mecánico. La termodinámica dejó bien en claro a los ingenieros el porqué en cada ciclo parte de la energía se convierte (no se pierde) en una forma imposible de utilizar. En el caso de un motor, por ejemplo, nunca volverá exactamente a su estado inicial, aunque el pistón vuelva a su posición original; el sistema se encuentra en un estado termodinámico diferente, ya que sólo un porcentaje de la energía química de la nafta se convierte en trabajo útil, el resto se pierde como calor, vibraciones mecánicas, energía contenida en los gases de escape.

Carnot desarrolló el segundo principio en base a su análisis de los motores térmicos, pero Clausius en la década de 1860 a 1870 se dio cuenta de que esta dificultad cada vez mayor de transformar calor en trabajo era un fenómeno más amplio y que además de las máquinas térmicas abarcaba a muchos otros sistemas.

Clausius se dio cuenta de que había un principio general que implicaba que al disminuirse las diferencias de nivel en un sistema (por ejemplo la diferencia de calor entre un recipiente caliente y otro frío en las máquinas térmicas) la posibilidad de convertir esa diferencia en trabajo mecánico era cada vez menor. Para expresar este fenómeno desarrolló el concepto de *entropía*.

¿Qué es, pues, la entropía? El término proviene y la palabra griega ''tropos'' (transformación o evolución) y mide el grado de evolución de un sistema físico; cuanto más cerca estemos del equilibrio, mayor será la entropía y menor la actividad del sistema.

Como vimos, la energía mecánica nunca se transforma totalmente en trabajo sino que una parte se disipa como calor. Clausius relacionó este fenómeno con otros aparentemente inconexos: vio que cuando juntamos agua caliente y agua fría obtenemos agua tibia —y los dos líquidos nunca pueden ser separados—, la diferencia de temperatura entre ambos recipientes es cada vez menor, el desequilibrio inicial va disminuyendo y con él la capacidad de producir trabajo. Algo parecido sucede si sacamos el tabique divisorio de un recipiente que contenga arena blanca de un lado y arena negra del otro, al cabo de un tiempo tendremos solamente arena gris, del desequilibrio cromático blanco-negro pasamos a la homogeneidad del gris. A la vez podemos considerar que de un sistema estructurado pasamos a uno más desestructurado o desordenado, los granitos de arena están repartidos homogéneamente por todo el recipiente y no ''cada uno en su lugar''.

¿Qué tienen en común todos estos fenómenos? Todos proceden en la misma dirección: del desequilibrio al equilibrio, del orden al desorden hacia una entropía cada vez mayor.

En base a este análisis, surge la formulación más general del segundo principio: cualquier sistema físico aislado tomará espontáneamente el camino del desequilibrio cada vez menor, se hará cada vez más homogéneo. En términos de entropía diremos que en cualquier sistema físico aislado de entropía aumenta o permanece constante.

Es fácil ver así cómo la evolución de entropía se traduce en una evolución *irreversible* del sistema, ya que aquello que se ha disipado no se recupera y si invertimos el proceso no llegaremos nunca a la situación inicial.

Todo esto que parece tan trivial tomó por sorpresa a los físicos newtonianos: en su descripción mecánica del Universo, el proceso y el tiempo son reversibles como el funcionamiento de un reloj. Normalmente sus agujas giran en un sentido, pero podemos hacer que giren exactamente al revés con sólo girar la cuerda.

A finales del siglo XIX, los dos principios de la termodinámica constituían leyes nuevas, base de una nueva ciencia, que era imposible referir a la física tradicional y aunque luego se logró compatibilizarlas surgieron nuevos inconvenientes, esta vez desde la biología.

El segundo principio de la termodinámica indica que la entropía de un sistema crece constantemente o permanece constante, que la dirección espontánea de cualquier proceso es siempre desde un mayor nivel de estructuración a uno menor. Todos sabemos que nuestros departamentos se ensucian ''espontáneamente'' y que nos cuesta mucha energía volver a limpiarlos y ordenarlos. Sin embargo, la teoría evolutiva dice todo lo contrario: primero existieron los animales más simples, menos estructurados, y luego fueron evolucionando hacia formas cada vez más complejas. En la vida de cada individuo sucede lo mismo, desde un huevo pasamos a ser una masa de células que luego se diferencian para formar el feto, cada vez más complejo. La flecha biológica parece tener un sentido contrario a la termodinámica.

EL UNIVERSO REENCANTADO

Nuestra experiencia de vida se opone a la imagen termodinámica clásica de un universo en permanente degradación. Pero, ¿es posible que los seres vivos vayan a contramano por la avenida termodinámica?

Los biólogos comprendieron rápidamente que no debían extrapolar los resultados de la termodinámica clásica a la biología, ya que para esta ciencia el equilibrio es un estado marginal (la muerte) y el no-equilibrio su objeto de estudio: la vida.

La evolución biológica tal cual la planteara Darwin es un acontecimiento sumamente extraño y muy poco probable desde la concepción termodinámica mencionada y la aparición de la vida es altamente improbable. Para los mecanicistas somos un increíble producto del juego de azar cósmico.

Fue justamente Prigogine el encargado de reconciliar a la biología y a las ciencias humanas —ya que en éstas también se verifican los fenómenos de aumento de complejidad, amplificación de innovaciones, evolución— con la termodinámica. Para lograrlo tuvo que desarrollar nuevas y revolucionarias concepciones.

Toda la termodinámica clásica estaba centrada en el estudio de sistemas aislados en o muy cerca del equilibrio; sin embargo Prigogine trabajó con sistemas alejados de él.

La termodinámica del siglo XIX se centró en los procesos cercanos al equilibrio para describir un universo en permanente degradación, Prigogine desde su Termodinámica No Lineal de los Procesos Irreversibles (TNLPI) describe cómo, en situaciones lejos del equilibrio, se forman nuevas estructuras (en adelante llamadas estructuras disipativas), y denominó *orden mediante la fluctuación*a la dinámica de formación de tales estructuras.

En la termodinámica clásica un sistema podía evolucionar hacia un solo estado final: el equilibrio, y el proceso era lineal, pero en la TNLPI éste no es el caso, ya que no podemos determinar absolutamente la trayectoria evolutiva de un sistema, sino que aparecen distintas opciones, los caminos se bifurcan y en la vecindad de las bifurcaciones interviene el azar. Nuestras leyes no nos permiten deducir cuál camino tomará un sistema al llegar a una bifurcación.

El equilibrio no es más el único estado final posible, en términos físicos, no es el único atractor. Gracias a las investigaciones de Prigogine y colaboradores se han encontrado y estudiado otros atractores denominados caóticos. Sin embargo, lejos de todo lo que uno pueda imaginarse sobre estos atractores caóticos, éstos son fuente de creación, aparición de nuevas estructuras y pautas complejas de organización.

Estas investigaciones han convergido en lo que hoy se conoce como la Ciencia del Caos, que estudia la formación de nuevas estructuras en sistemas abiertos lejos del equilibrio, como los seres humanos, el cerebro, algunos fenómenos atmosféricos o las sociedades.

La TNLPI marca otra derrota histórica de la concepción determinista en la física, la primera la ejecutó la teoría cuántica con su principio de indeterminación; pero Prigogine fue más allá e introdujo el concepto de *historia* en física: ya no hay una sola trayectoria posible, en las bifurcaciones el azar ha elegido un camino y descartado otros, podemos construir la historia natural del sistema; ya no somos esclavos de un destino inapelable escrito en las leyes universales con caracteres matemáticos.

Las teorías de Prigogine nos abren las puertas a un universo que no está absolutamente determinado, en donde el azar y la necesidad se conjugan para darnos estabilidad pero también creatividad. Un mundo imprevisible totalmente sería inhabitable para seres vivientes y un mundo totalmente estable sería insoportable para seres conscientes.

Las leyes de la biología son nuevamente compatibles con las de la física; la evolución biológica es absolutamente coherente con la perspectiva evolucionista de la TNLPI de Prigogine; los seres vivos pueden ser considerados estructuras disipativas sujetas a fluctuaciones que pueden amplificarse hasta implicar una reorganización total en un nivel más complejo (una nueva especie). El desarrollo humano, tanto individual como social, también puede expresarse en términos de estructuras disipativas, fluctuaciones y creación de nuevas organizaciones.

En este universo reencantado se abren nuevas posibilidades de encuentro entre las ciencias y las humanidades, el hombre deja de ser un espectador pasivo de las leyes eternas e inmutables y del destino que está escrito en ellas. El tiempo y la irreversibilidad no son tan sólo una ilusión, el caos no implica sólo desorden sino también creatividad.

La ciencia posrelativista ha abierto nuevas perspectivas. Los fenómenos ya no son abordados exclusivamente desde perspectivas privilegiadas: la flecha del tiempo no nos impulsa vertiginosamente hacia un universo degradado, sino por el contrario sabemos que vamos por un camino de creatividad y complejidad creciente. Esto nos impulsa a desarrollar nuevas categorías conceptuales para enfrentar el desafío de comprender el Universo lejos del equilibrio con sus permanentes sorpresas y nuevas posibilidades. La pesadilla de un destino prefijado es hoy parte de los libros de historia. La física del siglo XX ha entrado en una nueva etapa.

* *Bioquímica, master en metodología de la investigación* .

...ÓRFOSIS DE ...CIENCIA

mayor de transformar calor en trabajo era un fenómeno más amplio y que además de las máquinas térmicas abarcaba a muchos otros sistemas.

Clausius se dio cuenta de que había un principio general que implicaba que al disminuirse las diferencias de nivel en un sistema (por ejemplo la diferencia de calor entre un recipiente caliente y otro frío en las máquinas térmicas) la posibilidad de convertir esa diferencia en trabajo mecánico era cada vez menor. Para expresar este fenómeno desarrolló el concepto de *entropía*.

¿Qué es, pues, la entropía? El término proviene y la palabra griega "tropos" (transformación o evolución) y mide el grado de evolución de un sistema físico; cuanto más cerca estemos del equilibrio, mayor será la entropía y menor la actividad del sistema.

Como vimos, la energía mecánica nunca se transforma totalmente en trabajo sino que una parte se disipa como calor. Clausius relacionó este fenómeno con otros aparentemente inconexos: vio que cuando juntamos agua caliente y agua fría obtenemos agua tibia —y los dos líquidos nunca pueden ser separados—, la diferencia de temperatura entre ambos recipientes es cada vez menor, el desequilibrio inicial va disminuyendo y con él la capacidad de producir trabajo. Algo parecido sucede si sacamos el tabique divisorio de un recipiente que contenga arena blanca de un lado y arena negra del otro, al cabo de un tiempo tendremos solamente arena gris, del desequilibrio cromático blanconegro pasamos a la homogeneidad del gris. A la vez podemos considerar que de un sistema estructurado pasamos a uno más desestructurado o desordenado, los granitos de arena están repartidos homogéneamente por todo el recipiente y no "cada uno en su lugar".

¿Qué tienen en común todos estos fenómenos? Todos proceden en la misma dirección: del desequilibrio al equilibrio, del orden al desorden hacia una entropía cada vez mayor.

En base a este análisis, surge la formulación más general del segundo principio: cualquier sistema físico aislado tomará espontáneamente el camino del desequilibrio cada vez menor, se hará cada vez más homogéneo. En términos de entropía diremos que en cualquier sistema físico aislado de entropía aumenta o permanece constante.

Es fácil ver así cómo la evolución de entropía se traduce en una evolución *irreversible* del sistema, ya que aquello que se ha disipado no se recupera y si invertimos el proceso no llegaremos nunca a la situación inicial.

Todo esto que parece tan trivial tomó por sorpresa a los físicos newtonianos: en su descripción mecánica del Universo, el proceso y el tiempo son reversibles como el funcionamiento de un reloj. Normalmente sus agujas giran en un sentido, pero podemos hacer que giren exactamente al revés con sólo girar la cuerda.

A finales del siglo XIX, los dos principios de la termodinámica constituían leyes nuevas, base de una nueva ciencia, que era imposible referir a la física tradicional y aunque luego se logró compatibilizarlas surgieron nuevos inconvenientes, esta vez desde la biología.

El segundo principio de la termodinámica indica que la entropía de un sistema crece constantemente o permanece constante, que la dirección espontánea de cualquier proceso es siempre desde un mayor nivel de estructuración a uno menor. Todos sabemos que nuestros departamentos se ensucian "espontáneamente" y que nos cuesta mucha energía volver a limpiarlos y ordenarlos. Sin embargo, la teoría evolutiva dice todo lo contrario: primero existieron los animales más simples, menos estructurados, y luego fueron evolucionando hacia formas cada vez más complejas. En la vida de cada individuo sucede lo mismo, desde un huevo pasamos a ser una masa de células que luego se diferencian para formar el feto, cada vez más complejo. La flecha biológica parece tener un sentido contrario a la termodinámica.

EL UNIVERSO REENCANTADO

Nuestra experiencia de vida se opone a la imagen termodinámica clásica de un universo en permanente degradación. Pero, ¿es posible que los seres vivos vayan a contramano por la avenida termodinámica?

Los biólogos comprendieron rápidamente que no debían extrapolar los resultados de la termodinámica clásica a la biología, ya que para esta ciencia el equilibrio es un estado marginal (la muerte) y el no-equilibrio su objeto de estudio: la vida.

La evolución biológica tal cual la planteara Darwin es un acontecimiento sumamente extraño y muy poco probable desde la concepción termodinámica mencionada y la aparición de la vida es altamente improbable. Para los mecanicistas somos un increíble producto del juego de azar cósmico.

Fue justamente Prigogine el encargado de reconciliar a la biología y a las ciencias humanas —ya que en éstas también se verifican los fenómenos de aumento de complejidad, amplificación de innovaciones, evolución— con la termodinámica. Para lograrlo tuvo que desarrollar nuevas y revolucionarias concepciones.

Toda la termodinámica clásica estaba centrada en el estudio de sistemas aislados en o muy cerca del equilibrio; sin embargo Prigogine trabajó con sistemas alejados de él.

La termodinámica del siglo XIX se centró en los procesos cercanos al equilibrio para describir un universo en permanente degradación, Prigogine desde su Termodinámica No Lineal de los Procesos Irreversibles (TNLPI) describe cómo, en situaciones lejos del equilibrio, se forman nuevas estructuras (en adelante llamadas estructuras disipativas), y denominó *orden mediante la fluctuación* la dinámica de formación de tales estructuras.

En la termodinámica clásica un sistema podía evolucionar hacia un solo estado final: el equilibrio, y el proceso era lineal, pero en la TNLPI éste no es el caso, ya que no podemos determinar absolutamente la trayectoria evolutiva de un sistema, sino que aparecen distintas opciones, los caminos se bifurcan y en la vecindad de las bifurcaciones interviene el azar. Nuestras leyes no nos permiten deducir cuál camino tomará un sistema al llegar a una bifurcación.

El equilibrio no es más el único estado final posible, en términos físicos, no es el único atractor. Gracias a las investigaciones de Prigogine y colaboradores se han encontrado y estudiado otros atractores denominados caóticos. Sin embargo, lejos de todo lo que uno pueda imaginarse sobre estos atractores caóticos, éstos son fuente de creación, aparición de nuevas estructuras y pautas complejas de organización.

Estas investigaciones han convergido en lo que hoy se conoce como la Ciencia del Caos, que estudia la formación de nuevas estructuras en sistemas abiertos lejos del equilibrio, como los seres humanos, el cerebro, algunos fenómenos atmosféricos o las sociedades.

La TNLPI marca otra derrota histórica de la concepción determinista en la física, la primera la ejecutó la teoría cuántica con su principio de indeterminación; pero Prigogine fue más allá e introdujo el concepto de *historia* en física: ya no hay una sola trayectoria posible, en las bifurcaciones el azar ha elegido un camino y descartado otros, podemos construir la historia natural del sistema; ya no somos esclavos de un destino inapelable escrito en las leyes universales con caracteres matemáticos.

Las teorías de Prigogine nos abren las puertas a un universo que no está absolutamente determinado, en donde el azar y la necesidad se conjugan para darnos estabilidad pero también creatividad. Un mundo imprevisible totalmente sería inhabitable para seres vivientes y un mundo totalmente estable sería insoportable para seres conscientes.

Las leyes de la biología son nuevamente compatibles con las de la física; la evolución biológica es absolutamente coherente con la perspectiva evolucionista de la TNLPI de Prigogine; los seres vivos pueden ser considerados estructuras disipativas sujetas a fluctuaciones que pueden amplificarse hasta implicar una reorganización total en un nivel más complejo (una nueva especie). El desarrollo humano, tanto individual como social, también puede expresarse en términos de estructuras disipativas, fluctuaciones y creación de nuevas organizaciones.

En este universo reencantado se abren nuevas posibilidades de encuentro entre las ciencias y las humanidades, el hombre deja de ser un espectador pasivo de las leyes eternas e inmutables y del destino que está escrito en ellas. El tiempo y la irreversibilidad no son tan sólo una ilusión, el caos no implica sólo desorden sino también creatividad.

La ciencia posrelativista ha abierto nuevas perspectivas. Los fenómenos ya no son abordados exclusivamente desde perspectivas privilegiadas: la flecha del tiempo no nos impulsa vertiginosamente hacia un universo degradado, sino por el contrario sabemos que vamos por un camino de creatividad y complejidad creciente. Esto nos impulsa a desarrollar nuevas categorías conceptuales para enfrentar el desafío de comprender el Universo lejos del equilibrio con sus permanentes sorpresas y nuevas posibilidades. La pesadilla de un destino prefijado es hoy parte de los libros de historia. La física del siglo XX ha entrado en una nueva etapa.

* *Bioquímica, master en metodología de la investigación .*

La casa verde

LA PALABRA, A LOS NIÑOS

Por Susana Itzcovich

La mamá con su bebé en brazos mira entre sorprendida y desconfiada. La directora le dice a su bebé: "Este es el lugar donde mamá te va a cambiar, detrás de la cortina, para que te sientas cómoda, sin que los demás te miren". "Pero, ¿a quién le está halando —habrá pensado esta mamá— si mi bebé no entiende?; tendría que habérmelo dicho a mí."

En realidad no: la consigna es hablar a los niños, así sean bebés, revalorizando la palabra. "Devolver la palabra a los niños", como diría Françoise Dolto, uno de los popes del psicoanálisis infantil e inspiradora de experiencias como la de La Casa Verde de los Niños.

Creada a imagen y semejanza de la francesa —aunque en menores dimensiones—, La Casa Verde de los Niños ocupa un departamento en Barrio Norte, y es la concreción de un proyecto de la discípula y continuadora de Dolto, Aída Chernikoff de Sack y cuatro psicoanalistas más: Evangelina Ibáñez, Martín Kesselman, Lidia Schnaiderman y Dora Ubici.

Sack no oculta su satisfacción por haber podido abrir hace apenas dos meses una Casa Verde... —nada que ver con la de Vargas Llosa— en la Argentina, única en Latinoamérica, y que cuenta con un aval de más de cincuenta "casas verdes" en Francia. Este espacio funciona como un proyecto educativo-terapéutico para iniciar la prevención de la salud mental infantil, adaptado a la realidad social argentina. "También apuntamos a la socialización de los niños como prevención de la violencia —explica Sack—. Nos basamos en el potencial, en la identidad del chico. Para nosotros, el chico es persona desde que nace. Y éste es el lugar de los chicos y de los padres."

La Casa Verde... es un lugar de encuentro, de juegos, de experiencias, de convivencia en sociedad entre adultos y niños de 0 a 4 años. No se aceptan niños solos sin el adulto acompañante, porque se rompería uno de los pilares básicos de la propuesta: La Casa Verde... prepara a los niños y a sus padres para la separación que exigirá el ingreso a las guarderías, escuelas infantiles o nivel preescolar. Pero no sólo este tipo de separación cotidiana, sino la prevención de otro tipo de distanciamientos forzosos como internaciones hospitalarias, operaciones, divorcios, viajes de los padres, mudanzas, entre otras. Según Dolto, cuando la experiencia de la separación madre e hijo se inscribe como pasaje y no como ruptura, el niño tiene la experiencia de socialización de una manera distinta. No tiene angustias de pérdida de identidad. Hasta el momento de la separación, la madre le asegura esa identidad. Cuando muy tempranamente se produce el desprendimiento, se provoca una angustia de pérdida. Por eso lo que se busca es un pasaje de transición con un sentido preventivo. "El lugar que le damos al chico es el del escucha y el de la palabra —aclara Sack—. Todo aquello que los padres no dicen, se lo retranscribimos al niño, hablándole, contándoselo a él."

La Casa Verde... no da consignas educativas, ni los psicoanalistas a cargo "interpretan las situaciones". Se limitan a ver lo que sucede y a conversarlo. Si en esa visión se detectan síntomas que indican que es necesario otro tipo de continencia, aconsejan la derivación a un centro asistencial oficial. "Nunca privado", enfatiza Sack.

Por lo demás, el proyecto no es comercial. Se autofinancia con aranceles institucionales y abonos mensuales. Cuenta con el auspicio —no el subsidio— de UNICEF y está gestionando aportes de la OEA. Las áreas de trabajo: un área con juegos y juguetes, para que los papás y niños estén juntos; el área de la necesidad (alimento, cuidado, protección), para las mamás y sus bebés, zona separada por una línea roja que los niños más grandes no pueden transponer. Según una regla básica de Dolto: "Nadie tiene por qué llevarse por delante al otro, si ese otro no tiene defensas incorporadas". En el área del pudor, también de prevención de la violencia, el cambiador tras la cortina impide que los bebés expongan innecesariamente sus partes pudendas. En el área del deseo —que no siempre es el de los padres—, se discriminan las angustias y deseos, poniéndoles palabras. Aquí hay un espejo con una escalera para encaramarse. Esto enmarca una etapa evolutiva —explicaron—, que ronda aproximadamente los dos años y a la que se denomina la imagen del espejo, cuando el niño asume una identidad: nene o nena y se diferencia del otro.

Quizás el poder de la palabra pueda torcer algunos hábitos mal aprendidos y mal digeridos, no siempre por culpa y cargo de los chicos.

La Casa Verde de los Niños *funciona los martes, jueves y viernes, de 15 a 19.30, y los sábados de 10 a 13. Centros asistenciales, familias, obstetras, psicoanalistas, pediatras, entre otros, pueden recabar información al 42-9752.*

ESTUDIANTES ¡A LAS BECAS!

Estudiantes y graduados universitarios podrán darles curso a sus inquietudes sobre la problemática social, política y económica, nacional e internacional.

La Fundación Universitaria Río de la Plata convoca a participar de sus programas El país federal y Becas al exterior. El primero tiene como propósito reunir durante dos semanas a noventa jóvenes dirigentes pertenecientes a centros de estudios de todo el país. Los participantes que cumplan con los requisitos de asistencia y participación podrán acceder a un coloquio final del cual surgirán los becarios de los programas al exterior, que tendrá lugar en ciudades y centros de estudios de Europa y Estados Unidos. Los interesados en mayor información podrán dirigirse a Santa Fe 995, 4° piso, Capital.



Maternidad Suizo-Argentina

DE PARTO Y CASI VACACIONES

Por S.M.

Cualquier mujer que tenga la oportunidad de traer su hijo al mundo en la Maternidad Suizo-Argentina tendrá la sensación —al menos por unos días— de jugar en esa primera división tan anhelada por el equipo de los argentinos.

De entrada, el edificio de la calle Pueyrredón construido y equipado con capitales suizos (85 por ciento) y nacionales (15 por ciento) impresiona más como un hotel de lujo que como una maternidad en la que nacen terrícolas.

En las salas de preparto, las futuras mamás descansan —contracciones mediante— hasta la llegada del momento justo. El "ni antes ni después" está dado por un cinturón que, colocado en la panza, permite el monitoreo directo de la salud fetal desde una consola central en el mismo piso y que envía información a una central remota (instalada en el 2° piso) donde funciona la unidad denominada Salud fetal.

Los padres valientes que hacen fuerza con su mujer dispondrán, en poco tiempo más, de una "Sala de parto en familia" con una aerodinámica camilla que permite hacer la recuperación, dormir e irse a su casa con el bebé en brazos.

Las salas de partos no ahorrarán el bíblico "parirás con dolor" pero seguro posibilitan hacerlo más confortablemente y distraerse mirando las florcitas de la colcha o las guardas de la pared. Ya puesta en la camilla, la futura mamá puede creerse perfectamente que en pocos minutos "despegará" hacia un vuelo espacial. Por supuesto, actuando de comandante y dando órdenes electrónicas a su butaca para estar más sentada o más acostada.

"En el Servicio de Salud Materno-Fetal —dijo a **Página/12**, Roberto Votta (h.), jefe del mismo— pueden realizarse, durante las 24 horas, todos los estudios necesarios para el seguimiento del embarazo, desde los más simples a los más complejos. Además de la comodidad de la mamá, esto permite integrar los diagnósticos de los médicos obstetras, radiólogos, inmunólogos y genetistas, de modo tal que el neonatólogo sabe en qué condiciones va a recibir al bebé."

"Nuestro equipamiento está dirigido —agrega Votta— al crecimiento (se mide por ecografía), a la vitalidad fetal (monitoreada, por ejemplo, con un Eco Doppler color que permite ver en azul y rojo los flujos sanguíneos y monitorea gemelos) y a la madurez fetal (estudiada por análisis del líquido amniótico)."

"Fíjese en un detalle —muestra y se ufana Susana Macedo, jefa del centro quirúrgico—, la luz de los quirófanos es fría, pues ¿se imagina lo que es estar bajo estos focos durante horas?" "Venga —casi ordena la jefa—, ponga el dedo en este broche, que vamos a ver cómo está su pulso y la cantidad de oxígeno que hay en su sangre."

Después se llega al sector de esterilización de todos los materiales que se usan en la maternidad. Antes han sido descontaminados en cada piso para evitar el contagio de las lavadoras quienes, así y todo, enfundan sus manos en guantes de goma. Lavado a fondo con cepillo y sin detergentes, el instrumental se enjuaga a presión, y limpio, pasa a ser esterilizado en autoclaves a vapor de agua.

Las salas de terapia intensiva —de adultos y recién nacidos— merecen un capítulo aparte. Vaya como adelanto saber que el acceso de familiares directos es totalmente libre y a cualquier hora del día. Si uno la ve desde afuera parece un hotel de turismo. Tal vez, con el tiempo, ir de parto se parezca a unas pequeñas vacaciones.